Ueber

phaenologische Inversionen.

Verfasst

und einer hohen philosophischen Facultät

zu Freiburg i. Breisgau

zur Erlangung der Doctorwürde,

vorgelegt

von

LUDWIG RAHN,

aus **Kirchgöns.**

1885.

(Bes. Abdruck aus d. XXI. Ber. der Oberh. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde.)

Ueber phänologische Inversionen.

Von **L. Rahn.**

Hierzu Tafel III.

Wenn, wie dies von hervorragenden Männern von Fach behauptet wird, jede Phase der pflanzlichen Entwicklung in directem Causalverhältnifs zu dem meteorologischen Gang des Jahres steht; wenn die Arbeiten so hochverdienter Autoren, wie Fritsch, Hoffmann, v. Oettingen u. a. diese Behauptungen durch gewichtige Gründe bereits als Thatsachen festgestellt haben; dann erscheint es wohl als eine dankbare Aufgabe, durch die Bearbeitung des vorliegenden Themas vielleicht einige neue Momente für den Ausbau der phänologischen Wissenschaft beitragen zu dürfen.

Es leitete mich ferner bei der Ausarbeitung des oben genannten Themas der Gedanke, dafs über dasselbe bis jetzt, als Aufgabe für sich, noch Nichts veröffentlicht worden ist, und darum vielleicht diese Zeilen einiger Beachtung werth gehalten werden dürften.

Unter Succession verstehen wir hier den Zeitunterschied in der zeitlichen Aufeinanderfolge der verschiedenen Lebensphasen bei zweien oder mehreren verschiedenen Pflanzenspecies. Bei vorliegender Arbeit wurde die Erscheinung der *ersten Blüthe* zu Grunde gelegt und zwar einfach deshalb, weil diese Lebensphase, als eine vor allen anderen sehr ins Auge fallende, das Object einer möglichst genauen phänologischen Beobachtung abgiebt.

Unter Inversion verstehen wir eine Umkehrung der normalen Succession. A, welches im Laufe der Jahre gewöhnlich *vor* B blüht, wird von diesem überholt und blüht also in einem einzelnen Jahre *nach* B.

Wäre der meteorologische Gang der verschiedenen Jahre ein in jedem Einzeljahre sich für jeden Tag *gleichmäfsig* bewegender, hätte man also für jeden Tag mit bestimmten, für das betreffende Datum constanten meteorologischen Factoren zu rechnen; so müfsten die Unterschiede in der zeitlichen Aufeinanderfolge auch stets *dieselben* sein. Dafs dem jedoch nicht so ist, weifs jedermann. Schwankungen in der Succession, die ja in ihrer letzten Consequenz zur Umkehrung derselben, zur Inversion, führen müssen, hängen demnach von den jährlichen, monatlichen und täglichen meteorologischen Ungleichheiten ab, und unsere Aufgabe ist es nun, zu finden, welche Art der meteorologischen Erscheinungen vorzugsweise Schwankungen in der Succession und eine Umkehrung derselben bewirken.

Von folgenden Gesichtspunkten ging ich bei der Ausarbeitung meiner Aufgabe aus. Vor allen Dingen mufste das Material ein zuverlässiges und ein auf langjährige Beobachtungen begründetes sein. Ich empfing solches durch die Güte meines Lehrers Professor Dr. Hoffmann zu Giefsen. Die phänologischen Beobachtungen sind von ihm selber, die meteorologischen unter seiner Leitung ausgeführt. Der gröfseren Sicherheit halber nahm ich aus dem reichhaltigen Material nur solche Beobachtungen zum Ausgangspunkte meiner Arbeit, die im botanischen Garten zu Giefsen angestellt worden waren. Vorzugsweise wurden Beobachtungen, die an einem und demselben pflanzlichen Individuum angestellt, berücksichtigt. Konnte dies der Natur der Pflanze nach, weil sie ein- oder zweijährig, nicht stattfinden; so wählte ich doch solche Beobachtungen, die an Pflanzen gemacht worden waren, die stets auf bestimmten, identischen Beeten gezüchtet wurden.

Im Allgemeinen nahm ich selbstverständlich nur Rücksicht auf solche Aufzeichnungen, die mir am vollkommensten

schienen und deren Bearbeitung, bedingt durch die Natur der diesbezüglichen Pflanze selbst, mir eine Hoffnung auf Lösung der Frage machen konnte. Es waren im Ganzen 16 verschiedene Species und aus nahliegenden Gründen die verschiedensten. Ein- und zweijährige, Perennen, Bulbiferen, Sträucher und Bäume. Untenstehend sind sie namhaft gemacht; jeder einzelnen Species ist ihr mittlerer Blüthetag, berechnet aus mehr als 20jährigen Beobachtungen des jeweiligen Tages der ersten Blüthe, beigegeben.

1)	Digitalis purpurea	12. VI.
2)	Syringa vulgaris	14. V.
3)	Prunus Padus	24. IV.
4)	Berberis vulgaris	9. V.
5)	Narcissus poeticus	5. V.
6)	Sambucus nigra	28. V.
7)	Secale cereale	28. V.
8)	Aesculus Hippocastanum	7. V.
9)	Prunus Cerasus	22. IV.
10)	Lonicera alpigena	29. IV.
11)	Galanthus nivalis	22. II.
12)	Leucoium vernum	18. II.
13)	Daphne Mezereum	18. II.
14)	Amygdalus communis	17. IV.
15)	Hepatica triloba	26. II.
16)	Paeonia officinalis	17. V.

Wenn es, woran doch nicht zu zweifeln, wahr ist, dafs die voreilige oder verspätete Vegetation von den vorhergehenden günstigen oder ungünstigen Temperaturverhältnissen abhängig ist; so müssen diejenigen meteorologischen Erscheinungen, die eben diese Abhängigkeit bedingen, sich mit den phänologischen Erscheinungen in irgend welchen Zusammenhang bringen lassen. Am ersichtlichsten wird ein solcher Zusammenhang durch *graphische Darstellung* in Curvenform. Dieselbe ist bei Bearbeitung meines Themas in erster Linie berücksichtigt.

Trägt man die Tage der ersten Blüthen einer bestimmten Species von Jahr zu Jahr in Curvenform auf, so erhält man eine Uebersicht über den Gang der ersten Blüthe im Laufe der Jahre. Vergleicht man zwei und mehr derartige Curven, so giebt uns diese Vergleichung ein Bild über das Maſs der Succession. Man sieht sofort, daſs die verschiedenen Curven sich nicht genau parallel bewegen, sondern sich bald nähern, bald sich von einander entfernen, ja sich sogar *durchkreuzen* und so eine *Inversion* bezeichnen. Werden nun aber auch die meteorologischen Erscheinungen in Curvenform gebracht, so müssen diejenigen Curven, die für die Vegetationsphasen, beziehungsweise hier für die Tage der ersten Blüthe die bedingenden sind, sich *sichtlich* schon als solche erweisen.

Nehmen wir an, um das Ausgesprochene klarer zu machen, die jährlichen, monatlichen oder täglichen Mitteltemperaturen, in Graden ausgedrückt, seien diese Factoren, die, je nachdem die Zahl der Grade eine höhere oder geringere sei, auf die Vegetationsphasen beschleunigend oder verzögernd wirken; so müssen, wenn diese Annahme richtig ist, die aus den jährlichen, monatlichen oder täglichen Mitteltemperaturen gebildeten Curven den phänologischen Curven, d. h. den Curven, gebildet aus den Tagen der ersten Blüthe im Laufe der Jahre für eine bestimmte Species, sich annähernd *anticongruent* erweisen. Das heiſst : Geht die phänologische Curve abwärts, indicirt also damit eine Frühblüthe, so steigt die bedingende, also durch einen hohen Temperaturgrad sich auszeichnende Curve der Mitteltemperaturen aufwärts und geht wieder abwärts, sobald die phänologische Curve sich aufwärts bewegt und damit eine Spätblüthe andeutet.

Gewisse nicht fernliegende Gründe bestimmten mich von vornherein bei der Bearbeitung meines Themas zu der Ansicht, daſs das sich Oeffnen der ersten Blüthe abhängig sein müsse von meteorologischen Erscheinungen, die nur *kurze Zeit* vor dem Tage der ersten Blüthe, oder an diesem selbst obgewaltet haben müſsten. Diese meine Ansicht fand ich gröſstentheils nach und nach durch meine Arbeit selbst bestätigt, und hatte ich demnach nicht mit jährlichen, oder

monatlichen, sondern nur mit *täglichen* Factoren zu rechnen. In erster Linie faſste ich als solche die täglichen Mitteltemperaturen der Luft im Schatten ins Auge, fand jedoch sehr bald bestätigt, daſs diese, ebenso wie die jährlichen und monatlichen Mittel im Schatten in nicht genügend naher Beziehung zu den betreffenden phänologischen Curven stehen, um für deren Gang bedingend zu sein.

Die Werthlosigkeit der Mitteltemperaturen wird einleuchtend, wenn man bedenkt, auf welche Art und Weise dieselben berechnet zu werden pflegen.

Ein Versuch mit täglichen *Maximum*temperaturen der Luft im Schatten gab zwar bessere, aber immerhin nicht befriedigende Resultate. Anders jedoch verhielt es sich, als ich die täglichen *Minimum*temperaturen der Luft im Schatten durch Curvendarstellung mit den bezüglichen phänologischen Curven in Einklang zu bringen suchte, und zwar wandte ich die Minimumtemperaturen *am Tage vor der ersten Blüthe* + *dem Tage der ersten Blüthe* selbst dazu an. Das Resultat war im Allgemeinen folgendes : Die Minimumtemperaturen verhielten sich im Groſsen und Ganzen den phänologischen Curven, gebildet aus den Tagen der ersten Blüthe, anticongruent. Es ist dies Verhalten wohl der augenscheinlichste Beweis des Zusammenhangs beider. *Einer hohen Minimumtemperatur entspricht eine Frühblüthe, einer niederen Minimumtemperatur eine Spätblüthe.*

Abweichungen von diesem Satze wurden jedoch auch ersichtlich, und zwar ins Auge fallend, in Jahren, in denen dem Tage der ersten Blüthe *Niederschläge* mittelbar oder unmittelbar vorausgegangen waren, oder in welchen ich auf den Tag der ersten Blüthe selbst Niederschläge, und zwar hier wie dort in Regenform verzeichnet fand.

Auſser den Minimumtemperaturen sind demnach auch Niederschläge bedingende meteorologische Factoren.

Wenn nun aber die Wasserfülle Modificationen hervorrufen sollte in einem vorerst etwaigen allgemeinen Gesetze, dessen Form etwa lauten würde : Hohe tägliche Minimumtemperaturen bedingen Frühblüthen, niedere tägliche Minimumtemperaturen

Spätblüthen — so muſs daraus auch zu schlieſsen sein, daſs *Wassermangel, beziehungsweise Trocknifs* ähnliche oder entgegengesetzte Erscheinungen bewirken. Aufserdem können, wie bekannt, Frühjahrs*fröste* den normalen Blüthengang beeinflussen, dann aber müssen auch noch hie und da indirecte Wirkungen, bedingt durch einen aufsergewöhnlichen Gang eines Jahres oder eines Jahrestheils sich dahin geltend machen, daſs sie das oben von mir aufgestellte Gesetz in einzelnen Fällen zu modificiren vermögen.

Von allen diesen Gesichtspunkten aus unternahm ich, nachdem ich mir die nöthigen Hilfscurven, wie Curven über monatliche und jährliche Niederschläge, monatliche und jährliche Mitteltemperaturen, jährliche und monatliche Schneedeckentage, Schneetage, Eistage (Tage unter 0° R.), Sommertage (Tage über 20° R.) u. s. w. angefertigt, eine eingehende Bearbeitung meines Themas. Ehe ich jedoch direct zur Besprechung der Succession und Inversion übergehe, halte ich es für nöthig, das oben hinsichtlich der Bedingungen für Früh- und Spätblüthen Gesagte an einer einfachen phänologischen Curve mit der zugehörigen Minimumcurve näher zu illustriren. (Taf. III.) Hinsichtlich der Einrichtung der Tafeln selbst ist zuvor jedoch noch Folgendes zu bemerken. Dieselben erstrecken sich vom Jahre 1857 beziehungsweise 1858 bis inclusive zum Jahre 1880. Jahre, in denen aus diesem oder jenem Grunde, z. B. weil einmal das betreffende Individuum in der Blüthe aussetzte, keine Beobachtungen eingetragen worden waren, sind einfach übergangen.

Die ausgezogenen Linien geben ein Bild des Ganges der ersten Blüthe im Laufe der Jahre. Die punktirten Linien sind die dazu gehörigen täglichen Minimumcurven. Die *wagrechten* Linien geben den mittleren Blüthetag der betreffenden Species für Gieſsen an, berechnet aus 20—30 jährigen Beobachtungen. *Der mittlere tägliche Minimumstand,* den man findet, indem man die einzelnen Minimumgrade an den Tagen der ersten Blüthe summirt und durch die Anzahl der Beobachtungsjahre dividirt, ist durch *eine wagerechte punktirte* Linie angedeutet. Die Wasserstands-

höhen, die am Tage der ersten Blüthe und dem nächst vorhergehenden Tage gemessen wurden, sind durch *senkrechte Linien* angegeben, und zwar sind die wahren Höhen, um die Linien nicht allzugroſs zeichnen zu müssen, halbirt, was ja an dem Resultat selbst nichts ändern kann. Die täglichen atmosphärischen Niederschläge werden im botanischen Garten zu Gieſsen nach einem Maſs gemessen, von dem 45 Strich = 1,017 pariser Zoll sind. Die senkrechten Ziffern links von oben geben eine Uebersicht über die Monatstage, über die sich die phänologischen Curven erstrecken, die rechts deuten die Minimumgrade nach R. an. Hier bemerke ich, daſs auch die Summen der täglichen Minimumgrade (Minimum am Tage der ersten Blüthe + dem Minimum des Tages vorher) halbirt sind, was ebenfalls für die Resultate keinerlei abändernde Wirkung haben kann. Den Wasserstandslinien ist am Fuſse ihre Höhe beigeschrieben. Da aber als Wasserstandshöhen nur die Niederschläge vom Tage der ersten Blüthe und vom vorhergehenden Tage verzeichnet sind, man jedoch annehmen kann, daſs überhaupt auch die weiteren, dem Tage der ersten Blüthe vorangehenden Tage mit starken atmosphärischen Niederschlägen eine Wirkung auf das frühere oder spätere Oeffnen der ersten Blüthe haben müssen; so sind derartige Fälle in senkrechter Schrift am Fuſse jeder einzelnen Tafel mit dem Worte Nässe; auffallender Mangel an Niederschlag ebenso mit dem Worte : Trocknifs verzeichnet.

Tafel III, Fig. I zeigt eine einfache phänologische Curve, und zwar die von *Digitalis purpurea* nebst der zugehörigen täglichen Minimumcurve, den Wasserstandshöhen und den sonstigen Bemerkungen. Sie erstreckt sich vom Jahre 1858—1880 mit Auslassung der Jahre 1871, 1872 und 1879, von denen keine Beobachtungen über Digitalis vorhanden. Da, wo Beobachtungen einem und demselben Beete entnommen sind, ist den betreffenden Jahren im Texte ein Sternchen vorgezeichnet.

1858. Dem niederen Minimumstande von 7° entspricht eine absolute Spätblüthe vom 18. Juni.

1859. Die absolute Frühblüthe vom 30. Mai ist bedingt durch den hohen Minimumstand von 10°.

1860. Trotz einem hohen Minimumstande von 10°,5 haben wie dieses Jahr eine absolute Spätblüthe am 22. Juni; wir sehen jedoch auch unten, dafs ein Niederschlag verzeichnet ist. *Derselbe hat also bei einem hohen Minimumstande eine die erste Blüthe verzögernde Wirkung gehabt.* Diese Erscheinung kann auf zweierlei Weise eine Erklärung finden. Entweder hat nach warmen oder in warmen Tagen gefallener Regen eine direct die Pflanze abkühlende, einen Stillstand oder Verzögerung in der unter normalen Verhältnissen durch höhere Temperatur gesteigerten Pflanzenthätigkeit hervorrufende Wirkung; oder es wird durch den Niederschlag eine erhöhtere *Blatt*bildungsthätigkeit zum Nachtheil der ersten *Blüthe* erzeugt. Abkühlende Wirkung wird am ehesten durch einen *plötzlichen* Niederschlag statthaben, der nach warmen, oder in warmen Tagen gefallen ist; weil ja, wie bereits oben bemerkt, Niederschläge, beziehungsweise Regen bei einer höheren Temperatur der Luft an und für sich in der Regel kälter als die Luft sind, oder für dieselbe durch den nachherigen schnellen Verdunstungsprocefs eine niedere Temperatur herbeiführen.

Anders jedoch verhält es sich, wenn derartige Erscheinungen nicht als plötzlich, sondern als *dauernd* wirkend in Betracht kommen. Hierher gehört die bereits von Humboldt hervorgehobene Thatsache, dafs der Waizen in den feuchtwarmen Küstenniederungen Centralamerikas nicht cultivirt werden kann, weil er seine ganze Vegetation auf Kosten der Fructification in Blattbildung erschöpft. In diesem Sinne dürfte auch der vorliegende Fall zu deuten sein. Der Monat Juni war an den sämmtlichen Tagen vor dem 22. Juni bei einer durchgängig hohen Minimumtemperatur niederschlagsreich und kann demnach hier von einer plötzlichen und damit abkühlenden Wirkung keine Rede sein.

1861. Dieses Jahr bietet uns einen ganz ähnlichen Fall. Trotz hohem Minimum von 11° eine absolute Spätblüthe am 14. Juni. Wenn auch für dieses Jahr keine Wasserstands-

höhen verzeichnet sind; so giebt uns doch das Wort „*Nässe*“ an, dafs dem Tage der ersten Blüthe mittelbar und unmittelbar aufsergewöhnlich reiche Niederschläge vorangegangen sind. Wir haben also auch hier Verzögerung der ersten Blüthe durch Niederschlag bei hohem Minimumstande.

*1862. In diesem Jahre gestalten sich die Verhältnisse gradezu umgekehrt. Trotz dem sogar aufsergewöhnlich niederen Minimumstande von 5,5° haben wir eine absolute Frühblüthe vom 11. Juni. *Der Niederschlag wirkt hier, also bei einer niederen Temperatur, begünstigend für das Erscheinen der ersten Blüthe.* Dies erklärt sich daraus, dafs der Regen bei niederen Temperaturen, zumal im Nachwinter und Frühling, die Erde erwärmt und so auf die Pflanzenthätigkeit begünstigend wirkt; und die so herbeigeführte Begünstigung scheint mir hauptsächlich in einer Beschleunigung der ersten Blüthe zu gipfeln. (Vergl. H. Hoffmann, Grundzüge der Pflanzenklimatologie S. 358.)

*1863. Derselbe Fall, wie im vorigen Jahre. Auch hier trotz einem niederen Minimumstande von 6,5° Beschleunigung der ersten Blüthe durch Niederschlag. Frühblüthe am 10. Juni.

1864. Das Minimum entspricht dem mittleren Minimumstande von 9°. Es wäre nun anzunehmen, dafs demgemäfs auch die erste Blüthe dem mittleren Blüthetag vom 13. VI. entsprechen würde. Doch dem ist nicht so. Wir haben eine absolute Spätblüthe am 10. Juli. Es ist dies die Wirkung vorhergegangener Niederschläge.

1865. Der hohen Minimumtemperatur von 10,5° entspricht eine absolute Frühblüthe vom 3. Juni.

*1866. Wie im vorigen Jahre. Bei der hohen Minimumtemperatur von 9,5° eine Frühblüthe am 10. VI.

1867. Einer niederen Minimumtemperatur von 7° entspricht eine Spätblüthe vom 16. VI.

*1868. Der hohen Temperatur von 12,5° entspricht die Frühblüthe vom 31. V.

*1869. Die Spätblüthe vom 14. VI. ist eine Folge der niederen Minimumtemperatur von 7,5°.

1870. Trotz einem mittleren Minimumstande von 9° eine

absolute Spätblüthe am 21. VI. Dieselbe ist bewirkt durch den *Mangel* jeglichen Niederschlags an zehn direct vorhergegangenen Tagen (Totalsumme des Niederschlags vom 1. Januar bis Juni inclusive 4,69 pariser Zoll gegenüber 10,95 pariser Zoll im Mittel). Wir haben also im Jahre 1870 *eine Spätblüthe, bewirkt durch Trocknifs bei hohem täglichem Minimumstande.* Um bei dieser Gelegenheit etwas über den Begriff Trocknifs, der ja ein äufserst relativer ist, zu äufsern, bemerke ich, dafs wir für Giefsen (Mittheilungen der Grofsh. Hess. Centralstelle für Landesstatistik, 1881, S. 17) im Jahre durchschnittlich 171 Tage mit mefsbarem Niederschlag haben. Diese Summe vertheilt sich gleichmäfsig auf die einzelnen Monate. Demgemäfs ist für Giefsen durchschnittlich fast jeden zweiten Tag Regen zu verzeichnen und wir müssen demnach eine Dauer von 7—8 Tagen ohne Niederschlag schon als Trocknifs ansehen.

*1873. Verzögerung der ersten Blüthe bis zum 16. VI, trotz der hohen Minimumtemperatur von 9,5°; durch Niederschlag.

*1874. Der niederen Minimumtemperatur von 6,5° entspricht eine Spätblüthe vom 21. VI.

1875. Verzögerung der ersten Blüthe bis zum 19. VI. durch Niederschlag, trotz der hohen Minimumtemperatur von 9,5°.

*1876. Trotz einer hohen Minimumtemperatur von 10,5° eine Verzögerung der ersten Blüthe, bewirkt durch Nässe. (Vgl. 1861.) Im Jahre 1876 haben wir ein niederschlagsreiches Frühjahr. (Niederschlagssumme vom Frühjahr 1876 excl. Juni 10,77 par. Zoll gegenüber 8,05 par. Zoll; incl. Juni 13,39 gegenüber 10,95 im Mittel.) Es ist daraus ersichtlich, dafs ebenso wie bei *täglichem* Niederschlag die erste Blüthe durch eine hohe Tagesminimumtemperatur verzögert ist, eine feuchtwarme *Jahreszeit* durch Begünstigung der Laubformation auch auf die Blüthenbildung retardirend wirken mufs.

1877. Verzögerung der ersten Blüthe trotz *hohem* Minimumstande durch Trocknifs (vgl. 1870). Minimumstand 12°. Spätblüthe am 18. VI. Vor genanntem Datum war eine

Reihe von Tagen ohne jeglichen meſsbaren Niederschlag und dann war es überhaupt von April an sehr trocken. (Niederschläge von April bis Juni incl. 4,32 gegenüber solchen von 6,30 par. Zoll im Mittel. Der Juni war selbst sehr niederschlagsarm. Niederschlagshöhe 1,17 gegenüber 2,90 par. Zoll im Mittel.)

1878. Dem hohen Minimumstande von 12,5° entspricht eine Frühblüthe vom 7. VI, beschleunigt durch wärmenden Niederschlag (vgl. Taf. III, Fig. I 1862). Bevor ich nun die Discussion über Fig. I schlieſse, halte ich es für nöthig, noch Folgendes zu bemerken. Die Raumesdifferenz, die sich auf den Tafeln zwischen den phänologischen und den dazu gehörigen meteorologischen Curven ausdrückt, ist oft trotz den gleichen meteorologischen Factoren (gleiche tägliche Minimumhöhen mit gleich hohen Wasserständen) in einem Jahre verschieden vom andern. (Vgl. Taf. III, Fig. I, 1864 und 1873.) — Es sind derartige Fälle bedingt theils durch den Character des jeweitigen Frühjahres im Allgemeinen, theils durch den des vorhergegangenen oder des betreffenden Monats selbst. Sind das Frühjahr oder die genannten Monate im Allgemeinen von günstiger Art, so werden stets absolute Frühblüthen erscheinen, sind sie von ungünstigen Temperaturverhältnissen begleitet, so kann im günstigen Fall nur von einer relativen Frühblüthe die Rede sein. Eine *absolute* Frühblüthe ist selbstverständlich nur eine solche, die früher eintritt, als der betreffende mittlere Blüthetag. Blüht eine Pflanze später, als an diesem, dem tiefen Minimumstande gegenüber aber immer noch früh, so nennen wir dies eine *relative* Frühblüthe.

Sollte uns die Discussion über Tafel III, Fig. I zeigen, wie wir bei einer Vergleichung zweier oder mehrerer phänologischen Curven, durch welche Succession und Inversion uns augenscheinlich werden, zu verfahren haben, so betreten wir nunmehr mit Fig. II den Boden unserer eigentlichen Aufgabe.

Auf Tafel III, Fig. II sind die phänologischen Curven von *Syringa vulgaris* und *Prunus Padus* nebst den dazu gehörigen meteorologischen täglichen Minimumcurven dargestellt. Die ersteren sind im Mittel 10 Tage, die letzteren 2° von einander

entfernt. Was nun die phänologischen Curven speciell anbetrifft, so nähern sie sich bald, bald entfernen sie sich von ihren Mitteln und kommen dadurch natürlich einander selbst näher, oder ferner, ja einmal sogar durchkreuzen sie sich und bieten uns so den ersten Fall einer Inversion. Im Jahre 1877 blüht Syringa, welche stets später als Prunus Cerasus geblüht, vor diesem.

Der Gang unserer Discussion sei auch hier derselbe, wie bei Fig. I, ebenso sei dies bei den folgenden Tafeln.

1857. Syringa hat trotz einem hohen Minimumstande von 6,5° durch Niederschlag verursachte Spätblüthe; die Spätblüthe von Prunus vom 4. V. entspricht dem niederen Minimumstande von 1,0°.

1858. Spätblüthe von Syringa am 13. V. Ursache wie im vorigen Jahre Niederschlag bei hohem, beziehungsweise mittlerem Minimumstande. — Ebenso verhält sich Prunus. Spätblüthe vom 2. V. bei einem hohen Minimumstande von 4,5°. — In beiden Fällen haben wir Abkühlung der Pflanze durch Niederschlag nach vorhergegangenen warmen Tagen.

1859. Frühblüthen bei beiderseits niedrigem Minimumstande (Syringa blüht am 24. IV. bei 1,5°, Prunus am 12. IV. bei 2,5°). Ursache in beiden Fällen Erwärmung des Bodens und der Pflanze durch Niederschlag.

1860. Für beide sind absolute Spätblüthen trotz hohen Minimumständen zu verzeichnen. Syringa blüht am 17. V. bei 8,5°, Prunus am 6. V. bei 4,5°. Die Spätblüthe von Prunus ist durch Trocknifs herbeigeführt und zwar bestand dieselbe darin, dafs vor dem Blüthetag der Syringa bereits seit 12 Tagen kein mefsbarer Niederschlag stattfand und dafs der April überhaupt ausnahmsweise trocken war (0,7 par. Zoll gegenüber 1,39 im Mittel). — Syringa verdankt ihre Spätblüthe der Wirkung des letzten Nachtfrostes am 7. V. — Die Nachtfröste hemmen die Entwickelung der Blüthen in allen Fällen, in vielen tödten sie sogar die Frühblüthen.

1861. Syringa hat trotz einem hohen Minimumstande von 6° eine Spätblüthe vom 16. V. Dieselbe ist veranlafst durch Trocknifs bei hohem Minimumstande. Sowohl am 16.

V. als auch viele Tage vorher hatte kein Niederschlag stattgefunden und verhielt sich überhaupt die Totalsumme des vom 1. April bis zum 16. Mai gefallenen Niederschlags zur mittleren Niederschlagssumme wie 1,66 zu 3,40.

Prunus hat eine Frühblüthe vom 17. IV. bei einem niederen Minimumstande von 2,5°. Die Wirkung von Trocknifs, die auch für Prunus sich verzeichnen läfst, ist hier eine umgekehrte. Dem Blüthetag von Prunus gingen 11 Tage ohne jeglichen Niederschlag voraus, und verhielt sich die Totalsumme des im April gemessenen Niederschlags zur mittleren Niederschlagssumme wie 0,33 zu 1,39. *Trocknifs bei niederem Minimumstande begünstigt nach diesem Falle und nach anderen später zu erwähnenden das Oeffnen der ersten Blüthe.* Erklärt wird die Thatsache vielleicht durch folgende Betrachtung. Bei hohen Minimumständen, die ja meistentheils auf hohe Maxima schliefsen lassen, mufs eine gröfsere Verdunstung als bei niederen stattfinden, bei welch letzteren dieselbe oft gleich Null ist. Die Pflanze, die nun ohnehin schon durch Niederschlagsmangel leidet, erfährt durch den bei hohem Minimumstande stattfindenden erhöhteren Verdunstungsprocefs noch directe Wasserentziehung und wird so in ihren Functionen gestört, beziehungsweise verzögert und es resultirt in Folge dessen eine Spätblüthe.

Anders aber ist es, wenn der Minimumstand ein niederer ist. Hierbei leidet die Pflanze nicht durch Verdunstung und ist noch im Stande eine gewisse Thätigkeit auszuüben. Da dieselbe jedoch aus Wassermangel keine blattbildende sein kann, so mufs sie im Frühjahre eben in einer Entwicklung der ersten Blüthe gipfeln. Kurzum Thatsache ist Folgendes : *Trocknifs bei niederem Minimumstande bewirkt Frühblüthe, Trocknifs bei hohem Minimumstande dagegen Spätblüthe.*

1862. Syringa hat, obwohl ihr Minimumstand 0,5° über dem mittleren von 5° ist, eine um einen Tag verspätete Blüthe vom 5. V. Betrachten wir dagegen die feuchten Monate März und April, deren Niederschagshöhe gleich 3,2 par. Zoll gegenüber 2,8 im Mittel ist, so können wir den Gang

der ersten Blüthe noch als einen normalen ansehen, indem der fast nahezu mittleren täglichen Minimumhöhe entsprechend der Blüthetag der Syringa ungefähr auf den mittleren fällt. Die Frühblüthe von Prunus am 12. IV. entspricht ihrem hohen Minimumstande von 5,0°.

1863. Syringa hat trotz einem hohen Minimumstande eine Spätblüthe vom 8. V. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in den letzten Frösten vom 25. IV. und 1. V, welche die vorgeschrittene Vegetation verzögerten (vgl. Fig. II 1860). Prunus hat trotz dem hohen Minimumstande von 5,0° nur eine um 1 Tag verfrühte Blüthe. In Anbetracht des hohen Minimumstandes mufs diese Blüthe als eine relative Spätblüthe angesehen werden, die durch einen plötzlichen, kältenden Niederschlag bedingt wurde, der nach vorangegangenen warmen Tagen erfolgte.

1865. Syringa hat Frühblüthe vom 25. IV. bei einem niederen Minimumstande von 4,5°. Prunus eine solche vom 23. IV. bei dem mittleren Minimumstande von 3,0°. Wir haben hier in beiden Fällen Begünstigung der ersten Blüthen durch direct vorhergegangene trockene Tage und einen niederschlagsarmen April (0,27 par. Zoll Niederschlagshöhe gegenüber 1,39 par. Zoll im Mittel) bei niederem Minimumstande. (Vgl. Fig. II, 1861.)

1866. Syringa hat eine Frühblüthe vom 3. V. bei nur mittlerem Minimumstande. Diese Verfrühung wurde durch begünstigenden erwärmenden Niederschlag verursacht. Die Spätblüthe von Prunus am 27. IV. entspricht dem niederen Minimumstande von 2,5°.

1867. Beiderseits Spätblüthen trotz hohen Minimumständen. Syringa blüht am 11. V. bei einem Stande von 8,5°; Prunus am 28. IV. bei 6°. Diese auffallenden Verspätungen sind durch ein sehr feuchtes warmes Frühjahr verursacht. (Verhältnifs der Totalsumme des Niederschlags zum mittleren im März wie 2,32 zu 1,48, im April wie 4,66 zu 1,39; die mittlere Temperatur des April 1867 war 7,2° gegenüber einer mittleren Apriltemperatur aus Berechnungen von 33 Jahren von nur 6,8). Sicherlich ist in diesem Jahre die

Blüthenbildung zu Gunsten einer erhöhteren Blattbildungsthätigkeit verzögert worden. (Vgl. Fig. I, 1861 und 1876.)

1868. Dem tiefen Minimumstand für Syringa (2,5°) entspricht deren Spätblüthe vom 8. V; der Minimumstand für Prunus ist gleich 3° (ein halber Grad unter dem mittleren); in Folge dessen ist auch die Blüthe dem mittleren Blüthetage gegenüber um zwei Tage verspätet.

1869. Den beiderseits hohen Minimumständen (für Syringa 6,0°, für Prunus 6,5°) entsprechen auch die Frühblüthen. Syringa blüht am 26. IV, Prunus am 16. IV.

1870. Den tiefen Minimumständen (für Syringa 2,0°, für Prunus — 0,5°!) entsprechen die Spätblüthen. Syringa blüht am 19. V., Prunus am 5. V.

1871. Syringa hat einem niederen Minimumstande von 2° entsprechende Spätblüthe vom 17. V. Die Frühblüthe von Prunus am 20. IV. entspricht dessen Minimumstande von 6°.

1872. Dem hohen Minimumstande von 7,5° für Syringa entspricht deren Frühblüthe vom 2. V. Die bei einem niederen Minimumstande von nur 0,5° erfolgte Frühblüthe für Prunus ist durch erwärmenden Niederschlag bedingt.

1873. Syringa hat trotz dem hohen Minimumstande von 7,0° eine auffallende Spätblüthe vom 24. V. Dieselbe ist bewirkt durch vorhergegangene Niederschlagsmengen und wahrscheinlich ist im vorliegenden Falle die Blüthenbildung zu Gunsten gesteigerter Blattvermehrung verzögert worden. Prunus hat in Anbetracht seines beinahe mittleren Minimumstandes von 3,0° eine nur um wenige Tage verfrühte Blüthe. Dieselbe ist einem milden und trocknen Frühjahre zu verdanken.

1874. Syringa hat eine, der tiefen Minimumtemperatur von 1,0° entsprechende Spätblüthe vom 11. V. Die dem mittleren Blüthetag gegenüber um einen Tag verfrühte Blüthe von Prunus am 23. V. ist in Betracht ihres hohen Minimumstandes von 6° eine *relative* Spätblüthe, bewirkt durch Trocknifs bei hohem Minimumstande (Totalsumme des Niederschlags von beiden letzten Monaten 2,60 gegenüber 3,40 par. Zoll im Mittel).

1875. Beiderseits Verzögerung der ersten Blüthen

(Syringa am 9. V, Prunus am 2. V) durch Niederschläge bei hohen Minimumständen (für Syringa 9,5°, für Prunus 4,5°).

1877. In diesem Jahre haben wir die für diese Figur einzige *Inversion* zu verzeichnen. Syringa blüht *vor* Prunus und zwar am 1. V, während letzterer erst am 6. V. blüht. Der Minimumstand für Syringa beträgt 3,5°, der für Prunus nur 1°. Während aber Prunus eine seinem tiefen Minimumstande entsprechende Spätblüthe hat, wird Syringa trotz seinem relativ gleich niederen Minimumstande durch erwärmenden Niederschlag begünstigt und entwickelt so eine Frühblüthe.

Der erste Fall einer *Inversion* erklärt sich demgemäfs *als eine Niederschlagswirkung in einem das Oeffnen der ersten Blüthe begünstigenden Sinne,* und wir werden auch für folgende Fälle finden, dafs da, wo von auffallenden Inversionen die Rede ist, *stets Niederschläge im Spiele sind,* mögen sie in *begünstigendem oder verzögerndem* Sinne wirken.

1878. Trotz den hohen Minimumständen (für Syringa 9,5°, für Prunus 7,5°) haben wir Spätblüthen und zwar Syringa eine relative am 3. V. und Prunus eine absolute am 25. IV. Ursache in beiden Fällen sind kältende Niederschläge.

1879. Syringa hat bei einem beinahe mittleren Minimumstande von 4° eine Spätblüthe vom 15. V. Diese auffallende Verspätung kann nicht allein in der verzögernden Wirkung des nur um 0,5° unter Mittel befindlichen Minimumstandes liegen; wir erklären sie dahin, dafs der Effect des letzteren noch durch einen nassen April (2,52 par. Zoll gegenüber 1,39 im Mittel) und einen im Anfange niederschlagsreichen Mai gesteigert wird.

Prunus hat bei einem niederen Minimumstande von — 0,5 eine Spätblüthe am 2. V.

1880. Syringa blüht, entsprechend seinem beinahe mittleren Minimumstande, am mittleren Blüthetage. Prunus hat zwar eine absolute Frühblüthe vom 18. IV., doch scheint dieselbe einem hohen, bis jetzt noch nicht erreichten Minimumstande gegenüber streng genommen noch etwas spät und mag die Ursache davon wohl in einem verzögernden

Niederschlage liegen, der unmittelbar vor dem Blüthetage stattfand.

Gehen wir nunmehr zu Figur III über und vergleichen *Berberis vulgaris* mit *Narcissus poeticus*. Ein Blick auf die Tafel sagt uns, dafs die Differenz ihrer mittleren Blüthetage gleich 4 Tage ist und zwar blüht Narcissus früher als Berberis. Dem entsprechend ist auch das von Berberis beanspruchte tägliche Minimum um 1,5° höher, als das von Narcissus, oder mit anderen Worten, einer Differenz der Minimumcurven von 1,5° entspricht eine solche von 4 Tagen im Grofsen und Ganzen unter den phänologischen Curven.

1857. Berberis hat trotz hohem Minimumstande von 9° eine Spätblüthe vom 18. V, verursacht durch vorhergegangenen Niederschlag. Narcissus hat eine dem tiefen Minimumstande von 2,0° entsprechende Spätblüthe vom 15. V.

1858. Berberis hat eine dem tiefen Minimumstande von 2,5° entsprechende Spätblüthe vom 21. V. Die Spätblüthe von Narcissus am 13. V. trotz hohem Minimum von 5,0° ist bewirkt durch Niederschlag, der hier wohl abkühlend gewirkt haben dürfte.

1859. Trotz einem niederen Minimumstande von 4,5° hat Berberis eine Frühblüthe vom 30. IV. Ursache ist hier erwärmender Niederschlag bei geringem Minimumstande. Hinsichtlich Narcissus verhält sich die Sache grade umgekehrt. Der an und für sich etwas feuchte April (1,78 par. Zoll Niederschlagshöhe gegenüber 1,39 par. Zoll im Mittel) nebst den darauf folgenden regenreichen Tagen im Mai verursachten eine Verzögerung der ersten Blüthe bis zum 5. V, obwohl der Minimumstand, oder vielmehr weil er ein hoher (von 6,5°) war. (Vergl. Fig. I, 1877.) Die in diesem Jahre stattfindende *Inversion* erklärt sich aus den *entgegengesetzten Wirkungen* des *Niederschlags* bei *hohen* und *niederen* Minimumtemperaturen.

1860. Beiderseits verzögerte erste Blüthen (Berberis blüht am 13. V, Narcissus am 11. V) trotz hohen Minimumständen (für Berberis 10,5°, für Narcissus 6,5°). Ursache der Verzögerung sind in beiden Fällen abkühlende Niederschläge.

1861. Berberis hat trotz hohem Minimumstande von 8,0° eine Spätblüthe vom 13. V. Ursache ist hier absolute Trocknifs der vorhergegangenen 4 Monate (Niederschlagssumme derselben 4,15 par. Zoll gegenüber 6,04 par. Zoll im Mittel); besonders aber wirkte der auffallend trockene April verzögernd (Niederschlag in demselben 0,33 gegenüber 1,39 par. Zoll im Mittel). — Narcissus hat eine dem tiefen Minimumstande von — 1,5° entsprechende Spätblüthe vom 5. V.

1862. Berberis hat bei absolut niederem Minimumstande von 3,0° eine Frühblüthe vom 25. IV; Narcissus bei beinahe noch mittlerem Stande von 4,5° eine solche vom 24. IV. Ursache in beiden Fällen begünstigende Niederschläge.

1863. Berberis hat eine dem hohen Minimumstande von 7,0° entsprechende Frühblüthe vom 5. V. Narcissus hat demselben hohen Stande, also einem für sie relativ noch höheren Stande, gegenüber ihre erste Blüthe auf dem mittleren Blüthetag. Dieselbe ist offenbar eine relative Spätblüthe. Ursache derselben ist Regen, der um so verzögernder wirkt, je höher der betreffende Minimumstand ist. In diesem Falle dürfte mit annähernder Gewifsheit behauptet werden, dafs gesteigerte Blattbildung zum Nachtheil der ersten Blüthe im Spiele ist.

1864. In diesem Jahre macht sich Wirkung einer Trocknifs geltend und zwar nach den entgegengesetzten Richtungen hin. Für Berberis bewirkt sie bei einem hohen Minimumstand von 8,5° eine Spätblüthe vom 15. V. Narcissus hat bei dem sehr niederen Stande von nur 0,5° eine dem mittleren Blüthetage gegenüber blofs um 2 Tage verspätete Blüthe. Dieselbe ist demnach eine relative Frühblüthe. Die Trocknifs bestand in einem sehr niederschlagsarmen Frühjahre (2,14 par. Zoll gegenüber 3,83 par. Zoll im Mittel) nebst niederschlagslosen Tagen direct vor den Tagen der ersten Blüthe (vgl. Fig. II, 1860 und 1874 Fig. III, 1861).

1865. Berberis hat trotz absoluter Verfrühung von 3 Tagen gegenüber dem mittleren Blüthetag im Verhältnifs zu seinem hohen Minimumstande von 8,5° dennoch eine Verspätung in der ersten Blüthe. Ursache davon ist ein aufsergewöhnlich trockener April von nur 0,27 par. Zoll Nieder-

schlagshöhe (die mittlere ist gleich 1,39 par. Zoll). Dazu wirken noch zwanzig direct vorhergegangene niederschlagslose Tage. Narcissus, welche sieben Tage (am 28. IV) früher blühte, hat noch nicht von der Wirkung der Trockniſs in dem Maſse gelitten, und entspricht die Frühblüthe dem Minimumstande von 4,5°.

1866. Berberis hat trotz niederem Minimumstande von 3,5° eine Frühblüthe vom 4. V. Ursache derselben ist begünstigender Regen. Der Minimumstand von Narcissus ist über Mittel. 4,5°; in Folge dessen Frühblüthe vom 28. IV.

1867. Berberis hat trotz einem Minimumstande unter Mittel noch eine Frühblüthe vom 8. V. Dieser Fall erklärt sich folgendermaſsen. Der April 1867 war sehr niederschlagsreich (4,66 par. Zoll gegenüber 1,39 par. Zoll im Mittel), und der Boden hatte, besonders für tiefwurzelnde Pflanzen, viel Feuchtigkeit. Darauf folgen im Mai eine Reihe *trockener* Tage und die Bedingungen für eine frühe Entwickelung der ersten Blüthe bei niederem Minimumstande sind geschaffen. Narcissus verhält sich, *als eine nicht tiefwurzelnde Pflanze,* diesen Factoren gegenüber *unbeeinflulst* und erweist sich, ihrem niederen Minimumstande von 3,5° entsprechend, als Spätblüthe vom 7. V.

1868. Es wiederholt sich in diesem Jahre der Fall vom vorhergehenden. März und April waren niederschlagsreicher, als im Mittel (3,44 gegenüber 2,83 par. Zoll im Mittel), dann folgten trockene Maitage, die das Erblühen der Berberis bei einem niederen Minimumstande von 4,5° beschleunigten, wodurch eine Frühblüthe vom 4. V. bewirkt wurde. Narcissus poeticus blühte am 5. V, ihrem mittleren Blüthetage, sie hat in Anbetracht ihres hohen Minimumstandes von 6,5° eine Spätblüthe. Dieselbe ist lediglich durch vorhergegangene trockene Tage bei hohem Minimumstande bewirkt. Die in diesem Jahre stattgehabte Inversion (Berberis blüht vor Narcissus) ist demnach dahin zu erklären, daſs die *Niederschläge* im April auf Berberis, eine *tief wurzelnde* Pflanze, noch *wirkend waren,* als diese ihr Aufblühen präparirte, während für Narcissus als eine *nicht tief* wurzelnde Pflanze *directe Trockniſs*

wirksam werden mufste. Es ist aus der Discussion dieses Jahres sowie des vorhergehenden Jahres ersichtlich, dafs der Begriff Trocknifs und Nässe verschiedenen Pflanzen gegenüber verschieden aufzufassen ist.

1869. Den beiderseits hohen Minimumständen (für Berberis 6,5°, für Narcissus 6,0) entsprechen die Frühblüthen. Berberis blüht am 28. IV, Narcissus am 26. IV.

1870. Obwohl beiderseits die Minimumhöhen gleich ihren Mitteln sind, haben wir doch durch kühlende Niederschläge verursachte Spätblüthen zu verzeichnen. Berberis blüht am 16. V, Narcissus am 11. V.

1871. Die Spätblüthe von Berberis am 18. V. entspricht dem Minimumstande von — 0,5 R. Die Frühblüthe von Narcissus am 4. V. trotz einem Minimumstande von nur 3,0° ist durch begünstigenden Niederschlag bewirkt.

1872. Beiderseits Frühblüthen (für Berberis am 3. V, Narcissus am 1. V) bei hohen Minimumständen (für erstere 8,5°, für letztere 7,5°).

1873. Berberis hat trotz dem tiefen Minimumstand von 3,0° die erste Blüthe nur 1 Tag nach dem mittleren Blüthetag. Es ist dies unstreitig eine relative Frühblüthe. Narcissus hat bei dem sehr niederen Stand von 1,0° eine absolute Frühblüthe vom 4. V. Ursache in beiden Fällen ist Beschleunigung durch erwärmende Niederschläge.

1874. Berberis blüht am 16. V, hat also eine, ihrem tiefen Minimumstande von 2,0° entsprechende Verzögerung erfahren. Narcissus blüht am 28. IV; also in einer Frühblüthe, trotz einer Minimumhöhe von nur 3,0°. Diese Verfrühung ist durch Trocknifs bewirkt. Der März war trocken (0,97 gegen 1,40 par. Zoll im Mittel), ebenso der April (0,61 gegen 1,39 im Mittel), und als Narcissus blühte, hatte es zudem an zehn direct vorhergegangenen Tagen nicht geregnet. Wir haben also wieder Frühblüthe durch Trocknifs bei niederem Minimumstande. (Vgl. Fig. II, 61, Fig. II, 65 u. s. w.)

1877. Beide sind in Anbetracht ihrer hohen Minimumstände verzögert. Minimumstand für Berberis = 6,5°, für Narcissus 5,0°; dabei blüht erstere am 18. V; letztere am

11. V. Ursache ist in beiden Fällen Niederschlag und zwar wirkte derselbe auf Narcissus, als nach vorhergegangenen trockenen, warmen Tagen kommend, kältend, während man für Berberis annehmen kann, dafs er, nachdem es vor dem 18. V. schon 5 Tage lang geregnet, für sie eine vermehrte Blattbildung zum Nachtheil der ersten Blüthe bewirkt habe.

1878. Die Frühblüthe von Berberis am 5. V. entspricht ihrem hohen Minimumstande von 6,5°. Narcissus empfängt bei niederem Stande von 2,0° wärmenden Niederschlag, wodurch die Frühblüthe vom 29. IV. resultirt.

1879. Berberis ist durch Niederschlag bei einem hohen Minimumstande von 8,0° bis zum 24. V. verzögert. Narcissus hat eine ihrem tiefen Minimumstande von 0,5° entsprechende Spätblüthe vom 12. V.

1880. Beiderseits trotz niederen Minimumständen (für Berberis 4,5°, für Narcissus 3,0°) Frühblüthen und zwar blüht Berberis am 4. V. und Narcissus am 24. IV. Erstere verdankt ihre Frühblüthe einem milden Frühjahre und den niederschlagsfreien Tagen vom 24. April bis zum 4. V, was einer Wirkung durch Trocknifs bei niederem Stande gleichkommt, die ja unter diesen Umständen immer, wie wir nach vorhergehenden Fällen gesehen, die erste Blüthe beschleunigt. Das Oeffnen der ersten Blüthe von Narcissus wurde durch einen bei der niederen Temperatur von 3,0° erwärmenden Niederschlag bedingt.

Unsere letzte Tafel Figur IV führt uns nunmehr noch schwierigere Fälle vor. Die mittleren Blüthetage der beiden zu betrachtenden Pflanzen fallen *zusammen*. Die täglichen Durchschnittsminima differiren nur um 0,5°. Unter diesen Umständen kann hier von einer *Umkehrung* einer Succession d. h. von Inversionen nicht mehr die Rede sein. — Um nun an dieser Stelle etwas über sonstige Ergebnisse zu äufsern, bemerke ich hinsichtlich *Sambucus*, dafs ich von dieser Pflanze zwei verschiedene Exemplare, ein jüngeres und ein auf dem Aussterbeetat begriffenes mit anderen verglich. Das Resultat war hier sowohl, als auch bei einer Vergleichung zweier Aesculusindividuen das, dafs man annehmen kann,

dafs aus irgend welchen Ursachen abgängige Pflanzen in dem Zustande ihrer Krankheit stets *vor* ihren gesunden Brüdern blühen. Die Differenz ist nicht grofs, sie beträgt 1 bis 2 Tage; aber sie besteht. Gründe für diese Erscheinung zu äufsern enthalte ich mich deshalb schon, weil mir die Zahl der Beobachtungen in diesem Sinne zu geringe däucht. Da kranke Bäume oft an partieller Vertrocknung des abgestorbenen Holzes leiden, so könnte man indefs an stärkere Erwärmung durch Insolation denken. — Gehen wir nach dieser kleinen Abschweifung nun zu einer Discussion der Figur über.

1857. Die für Sambucus zu erwartende Frühblüthe scheint in Betracht des hohen Minimumstandes von 10,0° nicht früh genug, da sie nur 3 Tage vor den mittleren Blüthetag fällt. Wir müssen sie demnach als relative Spätblüthe ansehen. Secale hat eine absolute Spätblüthe vom 29. V. bei einem hohen Minimumstand von 8,0°. Ursache der Verzögerung in beiden Fällen starker Niederschlag.

1858. Hohen Minimumständen gegenüber (für Sambucus 10,0°, für Secale 7,5°) beiderseits Spätblüthen und zwar blüht Sambucus am 3. VI; Secale am 31. V. Diese Spätblüthen sind durch Trocknifs bewirkt, die bei hoher Minimumtemperatur eine gesteigerte Verdunstung der Pflanzen bei ungenügender Wasserzufuhr veranlafst und so eine Verzögerung der ersten Blüthe zur Folge hat. Näheres darüber ist bei Discussion der Fig. II, 1861 besprochen worden. — Niederschlagssumme im April und Mai 1858 2,3 gegen 3,4 par. Zoll im Mittel.

1860. Der Minimumstand für Secale ist über dem mittleren, in Folge dessen auch Frühblüthe vom 25. Mai. Sambucus hat eine durch kältenden Niederschlag verursachte Spätblüthe vom 4. VI, trotz hohem Minimum von 8,0°.

1861. Trotz hohen Minimumständen (für Sambucus 9,5°, für Secale 10,5°) beiderseits doch Spätblüthen, die durch Niederschläge verursacht sind, und zwar blüht Sambucus am 3. VI, Secale am 31. V.

1862. Sambucus hat trotz einem tiefen Minimumstande von 5,0° eine Frühblüthe vom 11. V. Ursache wärmender

Regen bei niederer Temperatur. Die absolute Frühblüthe von Secale am 25. V. entspricht nicht ihrem so hohen Minimumstande von 9,5°. Die Blüthe ist verzögert in Folge mittelbar vor dem Blüthetage eingetretener Niederschläge, die bei der hohen Temperatur sicherlich eine Blattbegünstigung zum Nachtheil der ersten Blüthe involvirten. (Die Niederschläge für Secale sind hier, weil sie nicht unmittelbar dem Blüthetage vorausgingen, auf der Tafel nicht eingetragen.) In Folge der *entgegengesetzt wirkenden Niederschläge* erfolgt in diesem Jahre eine *beträchtliche Verschiebung* der *Succession* — streng genommen eine *Inversion* (vergl. Fig. III, 1859).

1863. Sambucus hat einen hohen Minimumstand von 10,0°, folglich eine Frühblüthe vom 21. V. Die Frühblüthe von Secale am 19. V. erfolgte durch wärmenden Niederschlag bei einem niederen Minimumstande von 5,5°.

1864. Secale sowie Sambucus haben absolute Frühblüthen trotz niederen Minimumhöhen. Ersteres blüht am 22. V. bei 4,5° Minimumstand, letzterer am 27. V. bei 6,5°. Ursache ist in beiden Fällen Trocknifs bei niederem Minimumstande. Diese bestand darin, dafs vor dem Blüthetage von Secale 9 Tage, vor dem von Sambucus 14 Tage ohne jeglichen Niederschlag vorhergingen und sich die Summen der Niederschlagshöhen vom 1. Januar bis Ende Mai = 2,36 par. Zoll unter den mittleren ergaben.

1865. Den hohen Minimumständen von je 8,0° entsprechen die beiderseitigen Frühblüthen vom 21. V.

1866. Sambucus hat trotz einem tiefen Minimumstande von 2,0° eine absolute Frühblüthe vom 17. V, bedingt durch wärmenden Niederschlag. Secale hat umgekehrt bei hohem Minimumstande von 8,5° eine Spätblüthe vom 1. VI, die durch dem Blüthetage vorhergegangene Niederschläge bedingt ist. Dieses Jahr bietet uns, wie dies auch auf der Tafel ersichtlich, einen trefflichen Beweis der *Verschiedenheit der Wirkung des Niederschlags bei hohen und niederen Temperaturen* (vergl. Fig. IV, 1862).

1867. Secale hat bei tiefem Minimumstande von 0,5° doch eine Frühblüthe vom 25. V, bedingt durch erwärmenden

Niederschlag. Die Frühblüthe von Sambucus am 21. V. entspricht dem Minimumstande über Mittel.

1868. Die Frühblüthe von Secale am 20. V. entspricht dem zugehörigen hohen Minimumstande von 9,0°. — Die Frühblüthe von Sambucus am 17. V. bei einem niederen Minimumstande ist nach der seitherigen Erklärungsweise nicht zu verstehen. Greift man jedoch zurück auf die *hohe Maximumtemperatur unter directer Insolation* am 17. V. von 37,0° (40,0° ist die höchste für Gieſsen), so dürfte wohl eine Erklärung dahin zulässig sein, daſs die *Insolationstemperatur* den niedern Minimumstand *compensirt* und so eine Frühblüthe bewirkt habe.

1869. Die so sehr frühe Blüthe von Sambucus am 7. V. entspricht nicht ihrem Minimumstande, der nur 0,5° über Mittel ist; auch hier wirkt eine günstige Insolation von 30,0° compensirend. In derselben Weise wird auch die Frühblüthe von Secale am 25. V. durch Mitwirkung einer hohen directen Maximalinsolation hervorgerufen.

1870. Die Spätblüthe von Sambucus am 30. V. entspricht dessen niederem Minimumstande von 4,5°. Die Frühblüthe von Secale am 26. V. ist verursacht durch vorhergegangene Trockniſs bei *niederem* Stande von 2,5°. Der April war ein höchst trockener (0,12 gegen 1,39 im Mittel) und hatten März, April und Mai zusammen nur 1,84 gegen 4,84 par. Zoll im Mittel Niederschlagshöhe. Daſs Sambucus die Wirkung der Trockniſs nicht empfand, liegt lediglich in seiner *tiefen* Wurzelung, während weniger tief wurzelnde Pflanzen das in der Tiefe des Bodens angesammelte Wasser nicht zu erreichen vermögen und unter dem Wassermangel leiden. (Vergl. Fig. III, 1867.)

1871. Beiderseits niedriger Minimumstand von 6,0°, in Folge dessen Spätblüthen vom 9. Juni. Diese so auffallende Verspätung ist aber nicht bloſs durch den niedrigen Minimumstand, sondern auch noch durch vorhergegangene Nässe mit verursacht.

1872. Trotz dem hohen Minimumstande für beide Pflanzen von 8,0° blühen sie doch erst an ihrem mittleren Blüthetage

(28. V). Diese Verzögerung hatte der nasse Mai (Niederschlagshöhe desselben 3,37 gegen 2,01 par. Zoll im Mittel) zur Folge.

1873. Sambucus hat trotz niederem Minimumstande von 2,0° noch eine Frühblüthe vom 26. V, die durch erwärmenden Niederschlag bedingt ist. Die Spätblüthe von Secale am 5. VI. entspricht einem niederen Minimumstande von 4,5°.

1874. Den beiderseits hohen Minimumständen (für Sambucus 11,0°, für Secale 8,5°, entsprechen nicht die Spätblüthen, Sambucus blüht am 3. Juni, Secale am 30. V. Diese Verzögerung ist eingetreten durch Trocknifs bei hohem Minimumstande. Es hatte vor den beiden Blüthetagen an mehreren Tagen nicht geregnet und betrug die Gesammtsumme des Niederschlags vom 1. Januar bis Ende Mai 4,90 gegen 8,09 par. Zoll im Mittel.

1875. Secale ist in Betracht seines niederen Minimumstandes von 5,5° bis zum 29. V. verzögert. Die Frühblüthe von Sambucus am 25. V. entspricht nicht dem niederen Minimumstande von 5,0°; vielleicht aber wäre sie dahin zu erklären, dafs sie von begünstigenden Regen (nicht auf der Tafel verzeichnet) mittelbar vor dem Blüthetage nach vorausgegangenem sehr trockenem April (nur 0,12 par. Zoll Niederschlagshöhe) bewirkt worden seien.

1876. Sambucus ist seinem tiefen Minimumstande von 6,0° entsprechend bis zum 30. V. verzögert. Secale blüht am 6. VI, also in einer Spätblüthe bei einem Minimumstande von 6,5°. Diese Spätblüthe ist durch Trocknifs hervorgerufen. Der März war trocken (1,07 gegen 1,39 par. Zoll im Mittel), noch trockener der Mai (Niederschlagshöhe = 0,97 gegen 2,01 im Mittel) und dann gingen dem Blüthetage unmittelbar mehrere niederschlagslose Tage voraus. Es ist auch in diesem Falle wieder ersichtlich, dafs Trocknifs am ehesten von nicht tief wurzelnden Pflanzen, am spätesten und wenigsten von Bäumen und Sträuchern empfunden wird (siehe Figur IV, 1870).

1877. Trotz dem beiderseitigen Minimumstande von 12,0, der ein aufsergewöhnlich hoher ist, haben wir doch Spät-

blüthen vom 5. Juni. Die Ursache hiervon ist plötzlicher kältender Regen nach vorausgegangenen warmen Tagen.

1878. Den hohen Minimumständen (für Sambucus 8,0°, für Secale 9,5°) entsprechen in genügender Weise die Frühblüthen und zwar blüht Sambucus am 16. V, Secale am 20. V.

1880. Sambucus hat bei einem niederen Minimumstande von 6,5° eine Spätblüthe vom 5. VI. Die Frühblüthe von Secale am 26. V. ist bedingt durch Trocknifs bei niederem Minimumstande (5,0°). Vom 23. April bis zum 26. Mai hat es nur einmal und da die geringe Summe von nur zwei Strich geregnet und zwar am 5. Mai.

Aufser den im Vorstehenden discutirten 150 Fällen sind von mir noch weitere 300 in derselben Weise an anderen Pflanzen bearbeitet worden. Auch sie konnten alle in der seitherigen Weise erklärt werden. Dafs dieselbe eine richtige zu sein scheint, geht aus folgender Thatsache hervor. Bei der Bildung der phänologischen Curven fand ich einen *auffallenden Parallelismus* zwischen den phänologischen Curven von Galanthus nivalis, Leucoium vernum und Narcissus poeticus. Dies hat zwar an und für sich nichts so sehr Auffallendes, da diese Pflanzen sich hinsichtlich ihrer Organisation bekanntlich sehr nahe stehen. Die Thatsache aber war mir überraschend und scheint mir ein Beweis für die Richtigkeit meines Verfahrens bei dem Gange der Discussion, dafs auch die den obengenannten Pflanzen *entsprechenden täglichen Minimumcurven Parallelismus zeigten.* Diese erwiesen sich damit doch zweifelsohne als *grundbedingend* für die *Bildung* der phänologischen Curven.

Die Wichtigkeit der täglichen Minimumtemperatur für den Eintritt der ersten Blüthe erhellt durch folgende Betrachtung.

Erfahrungsgemäfs ist eine bestimmte Summe von Temperaturgraden erforderlich, um eine gewisse Vegetationsphase zu erzeugen. Rechnet man diese Summe vom 1. Januar an, sowohl nach der Methode von Hoffmann, als auch der

von Fritsch, so ist durch dieselbe doch nur ausgedrückt, dafs durch jene Temperaturen die Vorbedingungen erfüllt sind, um die Pflanze zur Blüthe zu bringen. *Praeparatorisch ist zwar das Aufblühen der Pflanze ermöglicht*, aber es bedarf doch nunmehr noch eines Anstofses, um dasselbe zu realisiren. Hierzu ist nun eine ganz *bestimmte Temperaturhöhe* nöthig, für die man einen Ausdruck in dem von mir berechneten *mittleren Minimumstande* der Aufblühtage findet.

Die physiologische Bedeutung des Minimumbetrages beruht darin, dafs dieselbe unter *allen* Umständen ihre Wirkung geltend macht, was man beispielsweise von den Insolationsmaxima und Schattenmaxima nicht sagen kann, da deren Dauer häufig zu kurz und ihre Intensität oft durch kältere Winde in der Wirkung auf das Thermometer verdeckt ist. Aus dem Vorhergehenden ist also ersichtlich, dafs im Allgemeinen zum Aufblühen einer gewissen Pflanze eine bestimmte Minimumsumme erreicht sein mufs. — *Sind die Minima von höherem Betrage, so haben wir, wenn keine anderen Factoren im Spiele, Frühblüthen, sind sie geringer, naturgemäfs Spätblüthen zu erwarten.*

Auf Grund des Vorstehenden und der angefügten tabellarischen Zusammenstellung, die eine gedrängte Uebersicht über die im Texte discutirten und auch der anderweitig von mir bearbeiteten Fälle giebt, wären nun hinsichtlich unserer Frage folgende Sätze aufzustellen :

I. *Das Aufblühen einer gewissen Pflanze ist abhängig von einer gewissen Temperatursumme, die sie genossen und die man für unsere Breiten am besten vom 1. Januar an rechnet; und dann von einer bestimmten Höhe der täglichen mittleren Minimumtemperatur.* Die tägliche mittlere Minimumtemperatur findet man am zutreffendsten, wenn man die am Tage der ersten Blüthe gemessene Minimumhöhe zu der vom vorhergehenden Tage erhaltenen addirt.

II. *Einem höheren Minimumbetrag als dem mittleren entspricht ein Aufblühen vor dem Tage der mittleren Blüthe* (Frühblüthe); *einem niederen Minimumbetrage*

entspricht eine Blüthe nach dem Tage der mittleren Blüthe (Spätblüthe).

III. Der Einfluſs des *täglichen Minimumbetrags* wird *compensirt* durch hohe tägliche *Insolationsmaxima, Niederschläge zu der betreffenden Zeit, durch Nässe im Allgemeinen, durch auffallenden täglichen Niederschlagsmangel, sowie durch Trocknifs im Allgemeinen, und durch Wirkung der letzten Fröste* (siehe Tabelle).

IV. *Hohe Insolationsmaxima vermögen die retardirende Wirkung eines niederen täglichen Minimumbetrags aufzuheben und es erscheint dann gegen Erwarten eine Frühblüthe.* Derartige Fälle sind jedoch selten.

V. *Niederschläge, die bei hohem Minimumstande erfolgen, bewirken in allen Fällen eine Verzögerung der ersten Blüthe.*

VI. *Niederschläge, die bei niederem Minimumstande erfolgen, haben in allen Fällen Frühblüthen zur Folge.*

VII. *Die dem Tage der ersten Blüthe vorhergegangene Nässe d. h. vorangegangene niederschlagsreiche Perioden bewirken stets eine Verzögerung der ersten Blüthe.*

VIII. *Niederschlagsmangel beziehungsweise Trocknifs bewirkt bei einem niederen täglichen Minimumstande eine Frühblüthe, bei einem hohen täglichen Minimumstande eine Spätblüthe.*

IX. *Fröste bewirken,* wenn sie nicht eine Tödung der ersten Blüthe zur Folge haben, *eine Verzögerung derselben.*

X. *Die normale Succession erleidet um so mehr Unregelmäfsigkeiten, je ungleichartiger die in Betracht kommenden Pflanzenspecies ihrer Organisation nach sind und je kräftiger diejenigen Factoren in entgegengesetzter Wirkung sich geltend machen, die den Effect des täglichen mittleren Minimumbetrags compensiren.*

XI. *Die Inversion ist die äufserste Unregelmäfsigkeit in der Succession, das heifst, sie ist eine Umkehrung derselben, und sind Inversionen bei denjenigen Pflanzen am häufigsten, die sich hinsichtlich ihres mittleren Blüthetages*

calendarisch am nächsten stehen. In der Regel sind die Inversionen durch Niederschläge hervorgerufen.

XII. *Tief wurzelnde Pflanzen empfinden weniger die Wirkung der Trocknifs, als die der Nässe. Erstere macht sich am ehesten bei weniger tief wurzelnden geltend.*

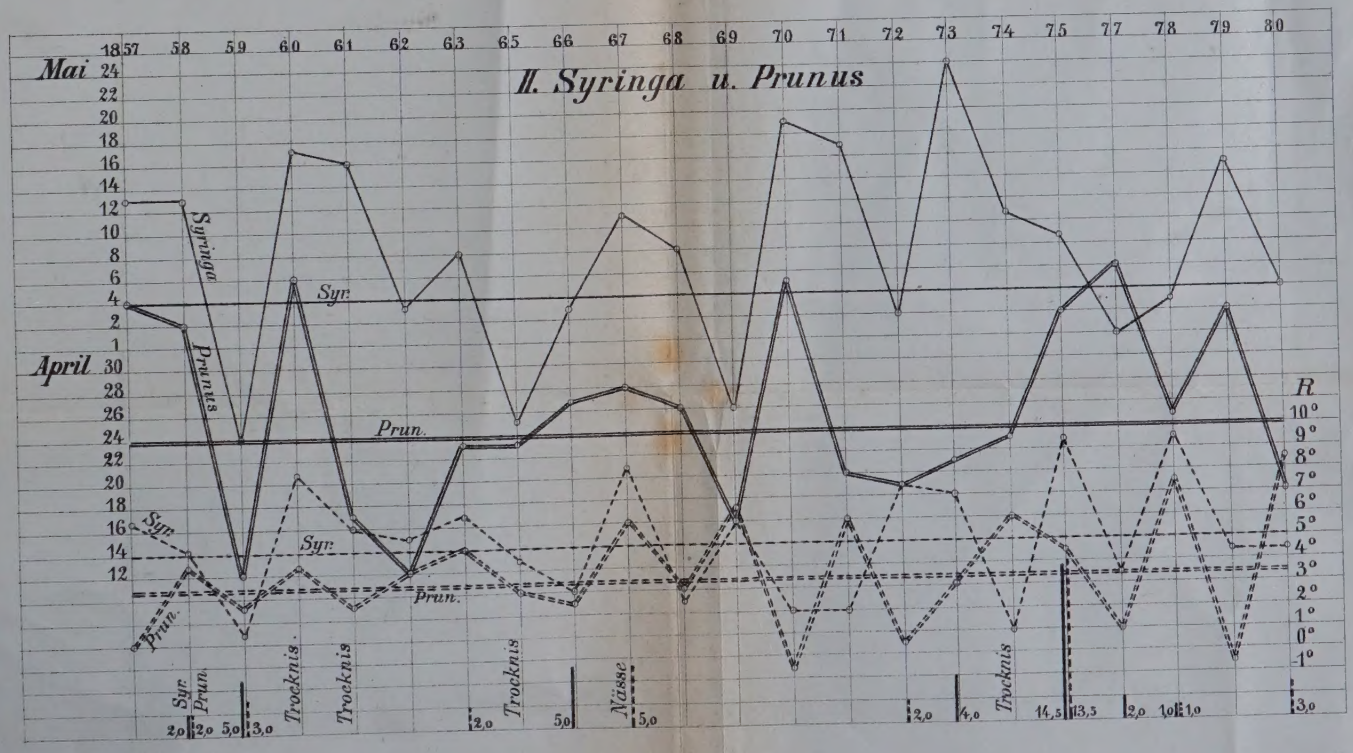
Aus dem Vorstehenden ist wohl ersichtlich, dafs ich das Erscheinen der ersten Blüthen in *keinerlei Relation* mit den täglichen *Mittel*temperaturen der Luft im Schatten zu bringen vermochte. Es sind diese nach meiner Ansicht sowohl, als auch nach dem, was anderweitig zur Genüge erwiesen ist, für diese Phase der pflanzlichen Vegetation unbrauchbar, und wird diefs wohl durch folgende Betrachtung ersichtlich. Angenommen Galanthus nivalis breite seine Blüthe aus bei + 5,0°. Nun trete in irgend einem Jahre dessen erste Blüthe am 10. Februar auf. Die Temperatur dieses Tages hat sich im Laufe desselben von 0° auf 6,0° bewegt, die Mitteltemperatur ist demnach gleich 3,0°. Im folgenden Jahre öffne sich die erste Blüthe am 28. Februar, die Temperatur dieses Tages bewege sich von 0° über 6,0°, welche Höhe heute zum ersten Male in diesem Jahre erreicht wird, bis auf 18,0°. Die Mitteltemperatur des 28. Februars wäre demnach gleich + 9,0°. Diese Mitteltemperaturen sind demnach um den doppelten Betrag verschieden; thatsächlich aber kommen noch weit gröfsere Abweichungen vor. So schwankt zum Beispiel das Mittel der Lufttemperatur in Gieſsen für den Aufblühtag von Prunus Padus von 3,7° bis 13,5° R. — Der mittlere tägliche Minimumbetrag in der von mir in dieser Arbeit angewandten Form wird durch die Formel $\frac{a + a' + a'' \ldots . + a^x}{2n}$ erhalten in welcher a = dem Minimumstand des Blüthetags + dem des vorhergehenden, a′ = gleich dieser Summe im zweiten, a″ im dritten Jahr und a^x im letzten Jahre ist. n ist gleich der Anzahl der Jahre, in welchen die erste Blüthe beobachtet wurde.

Tabellarische Uebersicht der wichtigsten Fälle.

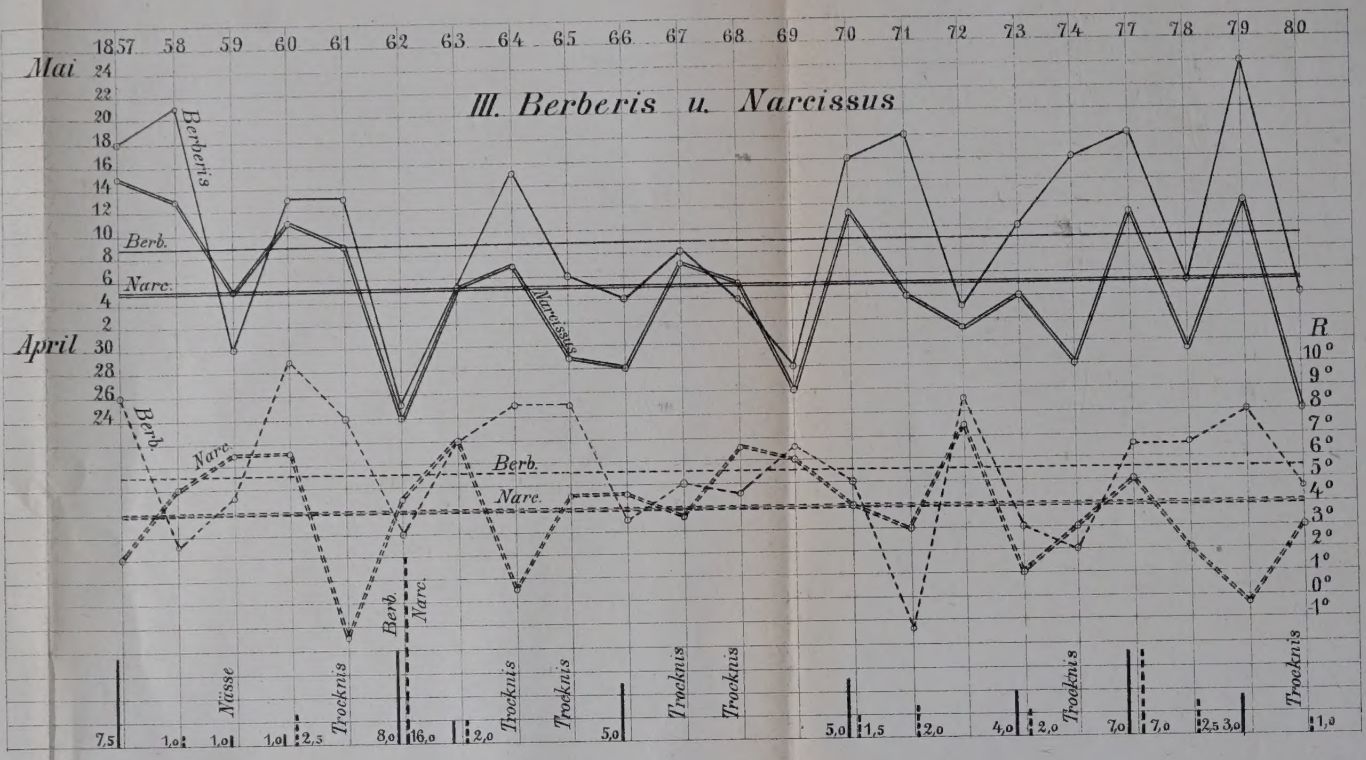
I. *Begünstigung der ersten Blüthe durch hohen Minimumstand.*		II. *Verzögerung der ersten Blüthe durch niederen Minimumstand.*		III. *Verzögerung durch Niederschlag bei hohem Minimumstande.*		IV. *Verfrühung durch Niederschlag bei niederem Minimumstande.*		V. *Verzögerung durch Trocknifs bei hohem Minimumstande.*		VI. *Verfrühung durch Trocknifs bei niederem Minimumstande.*		VII. *Verzögerung der ersten Blüthe durch vorhergegangene Nässe.*		VIII. *Verzögerung durch den letzten Frost.*		IX. *Compensirende Wirkung durch Maximal-Insolation bei niedrigem Minimum.*		X. *Indirecte Wirkungen. (Vorhergegangenes Frühjahr u. dgl.)*	
1859	Fig. I	1858	Fig. I	1860	Fig. I	1862	Fig. I	1870	Fig. I	1861	Fig. II	1876	Fig. I	1860	Fig. II	1868	Fig. IV	1873	Fig. II
1865	„ I	1867	„ I	1861	„ I	1863	„ I	1877	„ I	1865	„ II	1867	„ II	1863	„ II	1869	„ IV	1875	„ II
1866	„ I	1874	„ I	1864	„ I	1880	„ I	1860	„ II	1865	„ II	1867	„ II			1869	„ IV		
1868	„ I	1857	„ II	1873	„ I	1859	„ II	1861	„ II	1864	„ III	1859	„ III						
1878	„ I	1866	„ II	1857	„ II	1859	„ II	1874	„ II	1867	„ III	1871	„ IV						
1862	„ II	1868	„ II	1858	„ II	1865	„ II	1861	„ III	1868	„ III	1871	„ IV						
1862	„ II	1868	„ II	1858	„ II	1866	„ II	1864	„ III	1874	„ III	1872	„ IV						
1869	„ II	1870	„ II	1863	„ II	1872	„ II	1865	„ III	1880	„ III								
1869	„ II	1870	„ II	1873	„ II	1877	„ II	1867	„ III	1864	„ IV								
1871	„ II	1871	„ II	1875	„ II	1859	„ III	1868	„ III	1864	„ IV								
1872	„ II	1874	„ II	1875	„ II	1866	„ III	1878	„ III	1870	„ IV								
1880	„ II	1877	„ II	1878	„ II	1871	„ III	1858	„ IV	1880	„ IV								
1863	„ III	1879	„ II	1878	„ II	1873	„ III	1858	„ IV										
1865	„ III	1879	„ II	1880	„ II	1873	„ III	1876	„ IV										
1866	„ III	1857	„ III	1857	„ III	1862	„ III	1874	„ IV										
1869	„ III	1858	„ III	1858	„ III	1862	„ III	1874	„ IV										
1869	„ III	1861	„ III	1860	„ III	1880	„ III												
1872	„ III	1871	„ III	1860	„ III	1862	„ IV												

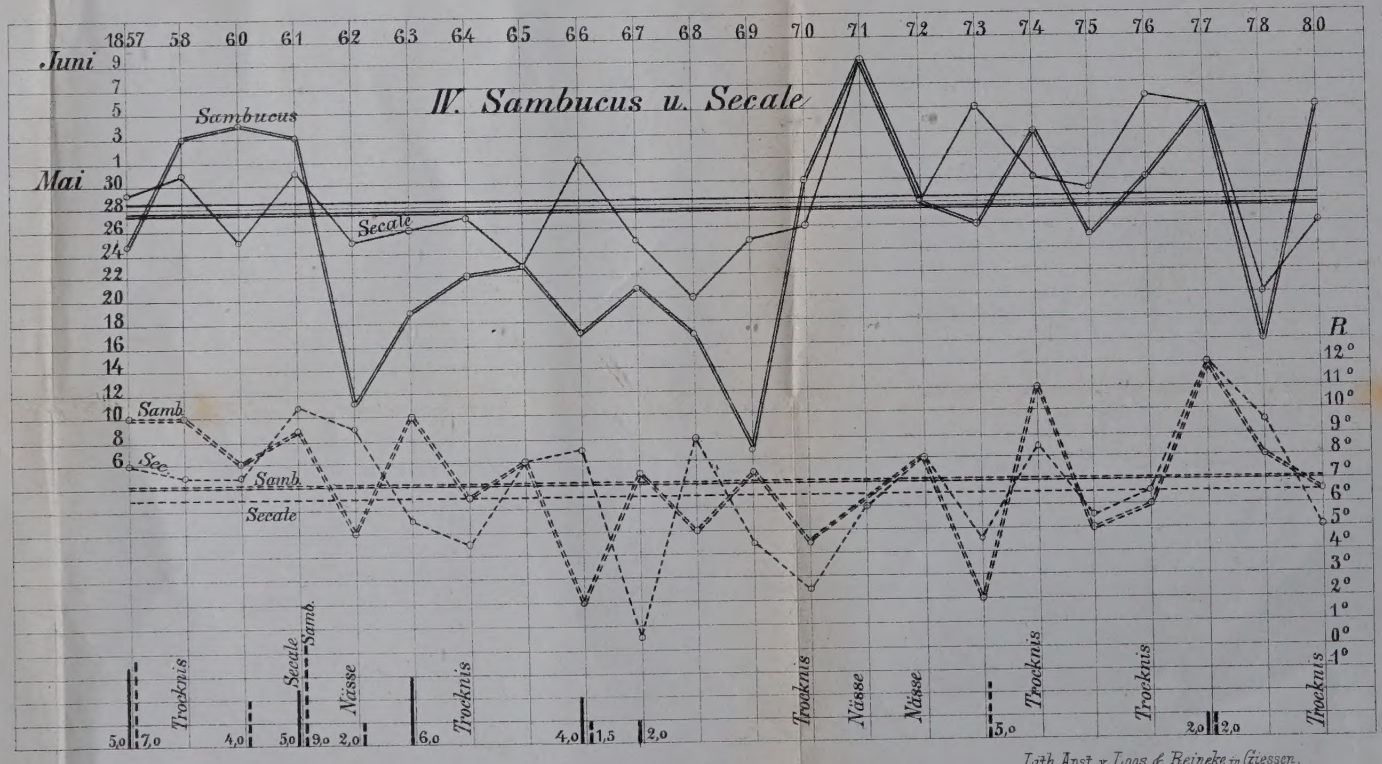
1872 „ III	1874 „ III	1863 „ III	1863 „ IV						
1878 „ III	1879 „ III	1870 „ III	1866 „ IV						
1860 „ IV	1870 „ IV	1870 „ III	1867 „ IV						
1863 „ IV	1873 „ IV	1877 „ III	1873 „ IV						
1865 „ IV	1875 „ IV	1877 „ III							
1865 „ IV	1876 „ IV	1879 „ III							
1867 „ IV	1880 „ IV	1857 „ IV							
1868 „ IV		1857 „ IV							
1878 „ IV		1858 „ IV							
1878 „ IV		1861 „ IV							
		1861 „ IV							
		1862 „ IV							
		1866 „ IV							
		1877 „ IV							
		1877 „ IV							
Summe der Fälle :	Summe der Fälle :	Summe der Fälle :	Summe der Fälle :	Summe der Fälle :	Summe der Fälle :	Summe der Fälle :	Summe der Fälle :	Summe der Fälle :	Summe der Fälle :
28 unter 150 = 18,66 %.	25 unter 150 = 16,66 %.	33 unter 150 = 22,00 %.	22 unter 150 = 14,66 %.	16 unter 150 = 10,66 %.	12 unter 150 = 8,00 %.	7 unter 150 = 4,66 %.	2 unter 150 = 1,33 %.	3 unter 150 = 2,00 %.	2 unter 150 = 1,33 %.
Dazu noch 37 nicht im Texte aufgenommene Fälle = 65 unter 350 = 18,57 %.	Dazu 34 nicht im Texte aufgenommene Fälle = 59 unter 350 = 16,86 %.	Dazu 45 nicht im Texte aufgenommene Fälle = 78 unter 350 = 22,29 %.	Dazu 27 nicht im Texte aufgenommene Fälle = 49 unter 350 = 14,00 %.	Dazu 26 nicht im Texte aufgenommene Fälle = 42 unter 350 = 12,00 %.	Dazu 17 nicht im Texte aufgenommene Fälle = 29 unter 350 = 8,28 %.	Dazu 9 nicht im Texte aufgenommene Fälle = 16 unter 350 = 4,57 %.	Dazu 3 nicht im Texte aufgenommene Fälle = 5 unter 350 = 1,43 %.	Dazu 3 nicht im Texte aufgenommene Fälle = 3 unter 350 = 0,86 %.	Dazu 2 nicht im Texte aufgenommene Fälle = 4 unter 350 = 1,14 %.

I. Digitalis purpurea
Juli
Juni
Mai
Mittel der Minima
Minima
Nässe
Trocknis
R
15°
14°
13°
12°
11°
10°
9°
8°
7°
6°
5°
4,0
14,0
6,0
5,0
5,0
3,0
5,0


II. Syringa u. Prunus
Mai
April
Syringa
Prunus
Syr.
Prun.
R
10°
9°
8°
7°
6°
5°
4°
3°
2°
1°
0°
-1°
2,0
2,0
5,0
3,0
2,0
5,0
5,0
2,0
4,0
14,5
13,5
2,0
1,0
1,0
3,0

del. L. Rahn.





Lith Anst. v. Loos & Reineke in Giessen.